

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-188231

(43)Date of publication of application : 30.07.1993

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 04-003928

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 13.01.1992

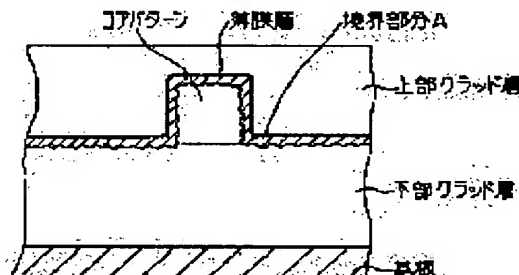
(72)Inventor : KANAMORI HIROO  
URANO AKIRA  
AIKAWA HARUHIKO  
HIROSE CHIZAI  
ISHIKAWA SHINJI  
SAITO MASAhide

## (54) PRODUCTION OF OPTICAL WAVEGUIDE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To decrease the scattering losses generated at the boundary between a core and a clad.

CONSTITUTION: The core layer formed together with the lower clad layer on an Si substrate is formed to a core pattern by using RIE. A porous glass layer to constitute an interference layer of a thin film and a porous glass layer to constitute the upper clad layer are formed on the core pattern by a flame deposition method. The respective formed porous glass layers are thereafter heated to be made transparent, by which the optical waveguide of a flush type is formed. The refractive index having about 0.5 to 2,  $\mu$ m film thickness has the same refractive index as the refractive index of the core pattern and, therefore, the ruggedness on the core pattern surface formed by the damage of the RIE is substantially flattened. Namely, the substantial core-clad boundary of the finished optical waveguide is a flat surface between the interference layer and the upper clad layer and, therefore, the scattering losses generated at the core-clad boundary are decreased.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-188231

(43)公開日 平成5年(1993)7月30日

(51)IntCl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 6/12

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

M 7036-2K

審査請求 未請求 請求項の数5(全 6 頁)

(21)出願番号

特願平4-3928

(22)出願日

平成4年(1992)1月13日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 金森 弘雄

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 浦野 章

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 相川 晴彦

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

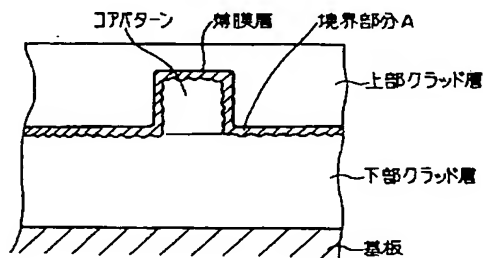
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光導波路の製造方法

(57)【要約】

【目的】 コア・クラッドの界面で生じる散乱損失を減少させること。

【構成】 Si基板上に下部クラッド層とともに形成したコア層をRIEを用いてコアパターンに形成する。次に、薄膜の干渉層となるべき多孔質ガラス層と、上部クラッド層となるべき多孔質ガラス層とを火炎堆積法によってコアパターン上に形成する。その後、形成された各多孔質ガラス層を加熱して透明化し、埋め込み型の光導波路を形成する。この場合、膜厚が約0.5~2 $\mu$ mの干渉層がコアパターンと同一の屈折率を有するので、RIEのダメージによって形成されたコアパターン表面上の凹凸を実質的に平坦化することができる。すなわち、来上がった光導波路の実施的なコア・クラッド界面が干渉層と上部クラッド層との間の平滑な面となっているので、このコア・クラッド界面で生じる散乱損失を減少させる得る。



原理の説明

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下部クラッド層上に形成されたコア層をエッチングしてリッジ状のコアパターンを形成する第1のステップと、  
前記コア層と略同一の屈折率を有する薄膜層となるべき多孔質ガラス層を、前記コアパターン上に形成する第2のステップと、  
を備える光導波路の製造方法。

【請求項2】 前記下部クラッド層と略同一の屈折率を有する上部クラッド層となるべき多孔質ガラス層を、前記薄膜層となるべき多孔質ガラス層上に形成する第3のステップを更に備えることを特徴とする請求項1記載の光導波路の製造方法。

【請求項3】 前記薄膜層となるべき多孔質ガラス層と前記上部クラッド層となるべき多孔質ガラス層とを、火炎堆積法によって形成することを特徴とする請求項2記載の光導波路の製造方法。

【請求項4】 前記薄膜層となるべき多孔質ガラス層は、前記上部クラッド層となるべき多孔質ガラス層と同等又はそれ以下の温度で軟化することを特徴とする請求項3記載の光導波路の製造方法。

【請求項5】 第1のステップにおいて、前記コアパターンをリソグラフィと反応性イオンエッチングとを用いて形成することを特徴とする請求項1記載の光導波路の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、火炎堆積法等を用いた光導波路の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】図1は、従来の光導波路の製造方法の一工程を示した図である。従来の方法では、基板上に下部クラッド層となるべき多孔質ガラス層と、コア層となるべき多孔質ガラス層とを火炎堆積法（FHD法）によって形成した後、各多孔質ガラス層を焼結して透明化する。その後、リソグラフィと反応性イオンエッチングとを用いて透明化したコア層に適当なコアパターンを形成し、その上に上部クラッド層となるべき多孔質ガラス層を堆積してこれを透明化していた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の光導波路の製造方法では、反応性イオンエッチングによりコアパターンを形成する段階で、コアパターンや上部クラッド層の表面が粗くなっていた。したがって、かかるコアパターン上に上部クラッド層を形成すると、コアと上部クラッド層との界面が凸凹となり、コアを伝送する光の損失が極めて増大してしまうといった問題があった。

【0004】そこで、本発明はコアを伝送する光の損失を簡易に低減することが可能な光導波路の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係る光導波路の製造方法は、（a）下部クラッド層上に形成されたコア層を、例えば反応性イオンエッチング等を用いてエッチングしてリッジ状のコアパターンを形成する第1のステップと、（b）コア層と略同一の屈折率を有する薄膜層となるべき多孔質ガラス層を、コアパターン上に形成する第2のステップとを備えることとしている。

## 【0006】

【作用】上記光導波路の製造方法によれば、第2のステップで、薄膜層となるべき多孔質ガラス層を火炎堆積法等によってコアパターン上に形成するので、これを透明化すればエッチングのダメージによって表面が粗くなったコアパターンをこれと略同一の屈折率を有する薄膜層で覆うことができる。この結果、コアパターン表面の凹凸を実質的に平坦化することができ、その後コアパターン上に上部クラッド層を形成することによって出来上がった光導波路のコア・クラッドの界面で生じる散乱損失を減少させることができる。

【0007】上記光導波路の製造方法において、下部クラッド層と略同一の屈折率を有する上部クラッド層となるべき多孔質ガラス層を、薄膜層となるべき上記の多孔質ガラス層上に形成する第3のステップを更に備えることとしてもよい。この場合、薄膜層及び上部クラッド層となるべき多孔質ガラス層が同時に透明化される。したがって、気泡の混入を防止するため、薄膜層となるべき多孔質ガラス層が上部クラッド層となるべき多孔質ガラス層と同等又はそれ以下の温度で軟化することが望ましい。

## 【0008】

【実施例】以下、本発明の具体的実施例について説明する前に、本発明の原理について簡単に説明する。

【0009】図2は、光導波路の製造方法を説明するための図である。Si、石英ガラス等の基板上の下部クラッド層上に形成したコア層を反応性イオンエッチング

（以下、RIE）を用いてコアパターンに形成する。次に、薄膜の干渉層となるべき多孔質ガラス層と、上部クラッド層となるべき多孔質ガラス層とを火炎堆積法、CVD法等によってコアパターン上に形成する。その後、形成された各多孔質ガラス層を加熱して透明化し、埋め込み型の光導波路を形成する。この場合、薄膜の干渉層がコア層と同一の屈折率を有するので、RIEのダメージによって形成されたコアパターン表面上の凹凸を実質的に平坦化することができる。すなわち、出来上がった光導波路の実施的なコア・クラッド界面が薄膜の干渉層と上部クラッド層との間の平滑面となっているので、このコア・クラッド界面で生じる散乱損失を減少させる得る。

【0010】ここで、干渉層はできるだけ低い軟化点を

有することが望ましい。干渉層が十分低い軟化点を有する場合、干渉層は上部クラッド層の焼結温度で十分に軟化し、気泡の混入を防止することができる。これにより、干渉層及び上部クラッド層の界面は平滑ものとなる。ただし、この干渉層を予め透明化した後に上部クラッド層となるべき多孔質ガラス層を形成する場合には、このような軟化点の問題は生じない。

【0011】また、コアパターン表面上の凹凸が経験上約0.5 $\mu$ m以下であるので、干渉層の膜厚は焼結後に約0.5 $\mu$ m以下となることが望ましい。ただし、実験的には、干渉層の焼結後の膜厚が約2 $\mu$ m以上となると、コアの存在しない下部クラッド層及び上部クラッド層の境界部分に光が導波してしまうことが分かっている。干渉層の焼結後の膜厚を約0.5~2 $\mu$ mとすることが望ましい。

【0012】以下、実施例の光導波路の製造方法を図3~図4を参照しつつ工程を追って簡単に説明する。

【0013】図3(a)のステップでは、燃料と原料ガスをバーナに供給しつつSi基板2上を走査する。この結果、下部クラッド層となるべき第1多孔質ガラス層4が上記のSi基板2上に堆積される。次に、燃料と屈折率上昇ドーパントを含む原料ガスをバーナに供給しつつ走査する。この結果、コア層となるべき第2多孔質ガラス層6が上記の第1多孔質ガラス層4上に堆積される。

【0014】図3(b)のステップでは、第1および第2多孔質ガラス層4、6を加熱焼結し、透明な下部クラッド層14およびコア層16とする。

【0015】図3(c)のステップでは、コア層16上にレジストパターンを形成し、RIE等を用いてコア層16を所望のパターンにエッチングしてコアパターン26とする。コアパターン26表面には、RIEのダメージによって凹凸が形成されている。

【0016】図4(a)のステップでは、図3(a)のステップと同様の火炎堆積法によって、干渉層となるべき第3多孔質ガラス層8と、下部クラッド層となるべき第4多孔質ガラス層9とが一緒に堆積される。

【0017】図4(b)のステップでは、第3および第4多孔質ガラス層8、9を加熱焼結し、透明な干渉層18および上部クラッド層19とする。この場合、第3多孔質ガラス層8が第4多孔質ガラス層9よりも十分低い軟化点を有するので、第3多孔質ガラス層8が第4多孔質ガラス層9よりも先に軟化する。これにより、第3多孔質ガラス層8内に気泡が混入することを防止できる。

【0018】以下、本発明の具体的実施例について具体的に簡単に説明する。

【0019】予め、直径600mm $\phi$ のターンテーブル(温度約700℃)上に、Siウエハ(直径3インチ)を並べる。

【0020】次に、ガラス微粒子合成用のバーナに燃料

および原料を供給しつつ、ターンテーブルを回転させ、かつ、上記のバーナをターンテーブルの動径方向に往復させる。これにより、基板となるべきSiウエハ上に、第1及び第2多孔質ガラス層が一様に堆積される。

【0021】この場合、H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>バーナに供給すべき原料は、下部クラッド層に対応する第1多孔質ガラス層を形成する段階において、以下のようなものであった。

【0022】SiCl<sub>4</sub> : 100 cc/分

BCl<sub>3</sub> : 5 cc/分

POCl<sub>3</sub> : 5 cc/分

また、コア層に対応する第2多孔質ガラス層を形成するステップでバーナに供給する原料は、以下のようなものであった。

【0023】SiCl<sub>4</sub> : 50 cc/分

GeCl<sub>4</sub> : 10 cc/分

BCl<sub>3</sub> : 3 cc/分

POCl<sub>3</sub> : 3 cc/分

次に、第1及び第2多孔質ガラス層を堆積したSiウエハに、He/O<sub>2</sub> = 9/1の体積比の雰囲気中で1300℃、1Hrの加熱を施し、各多孔質ガラス層を透明化して20 $\mu$ m厚の下部クラッド層と8 $\mu$ m厚のコア層を形成した。

【0024】次に、このコア層上にリソグラフィ技術を用いてレジストパターンを形成する。レジストパターンを用いてコア層にRIEを施し、下部クラッド層を露出させるとともに幅8 $\mu$ mで高さ8 $\mu$ mのリッジ状のコアパターン26を得る。

【0025】次に、露出した下部クラッド層とリッジ状のコアパターンとの上部に、第3及び第4多孔質ガラス層を一様に堆積する。

【0026】この場合、H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>バーナに供給すべき原料は、干渉層に対応する第3多孔質ガラス層を形成するステップで、以下のようなものであった。

【0027】SiCl<sub>4</sub> : 50 cc/分

GeCl<sub>4</sub> : 10 cc/分

BCl<sub>3</sub> : 10 cc/分

POCl<sub>3</sub> : 10 cc/分

また、上部クラッド層に対応する第4多孔質ガラス層を形成するステップでバーナに供給する原料は、以下のようなものであった。

【0028】SiCl<sub>4</sub> : 100 cc/分

BCl<sub>3</sub> : 7 cc/分

POCl<sub>3</sub> : 7 cc/分

次に、He/O<sub>2</sub> = 9/1の体積比の雰囲気中で1250℃、1Hrの加熱を施し、各多孔質ガラス層を透明化して0.7 $\mu$ m厚の干渉層と20 $\mu$ m厚の上部クラッド層とを形成した。

【0029】以上により、既に図4(b)で示したような光導波路を得ることができた。この光導波路について損失を測定したところ、波長1.3 $\mu$ mの光に対する損

5

失値が0.02 dB/cmと良好なものであった。

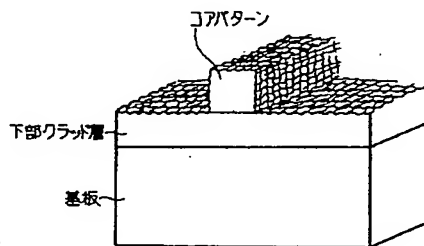
【0030】最後に、比較例について具体的に簡単に説明する。比較例の製造条件は上記実施例の製造条件とほぼ同様である。ただし、第1比較例では干渉層を設けていない。また、第2比較例では干渉層の厚さを3 μmに増加させている。

【0031】第1比較例の場合、干渉層が存在しないためにコア・クラッドの界面で散乱が生じ、損失値が0.5 dB/cmに増加する。第2比較例の場合、干渉層が厚いために干渉層の光が洩れ易く、直線状のコアでは0.02 dB/cmと低損失であるが曲率R=50 mm φの曲がり導波路では約1 dB/cmの放射損失が発生してしまい、通常の用途での使用に支障が生じることが分かる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光導波膜の製造方法によれば、第2のステップで、薄膜層となるべき多孔質ガラス層をコアパターン上に形成するので、

【図1】



従来方法の一工程

6

これを透明化すればエッチングのダメージによって表面が粗くなったコアパターンをこれと略同一の屈折率を有するこの薄膜層で覆うことができる。この結果、コアパターン表面の凹凸を実質的に平坦化することができ、その後コアパターン上に上部クラッド層を形成することによって出来上がった光導波路のコア・クラッドの界面で生じる散乱損失を減少させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来例の光導波膜の製造方法の問題点を説明を示した図。

【図2】本発明の製造方法を用いて形成した光導波路を示した図。

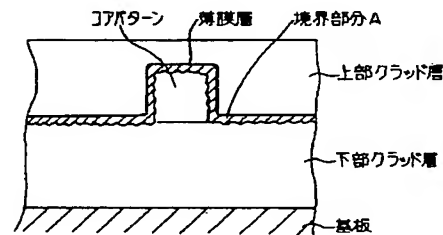
【図3】実施例の光導波膜の製造方法を説明した図。

【図4】実施例の光導波膜の製造方法を説明した図。

【主要部分の符号の説明】

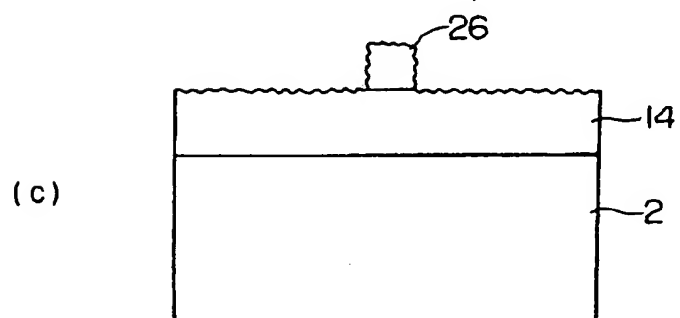
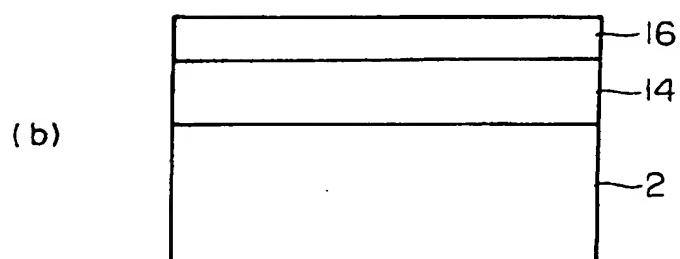
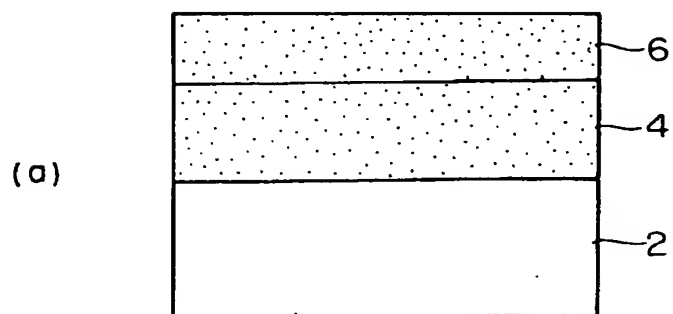
14…下部クラッド層、26…コアパターン、18…薄膜層、19…上部クラッド層。

【図2】



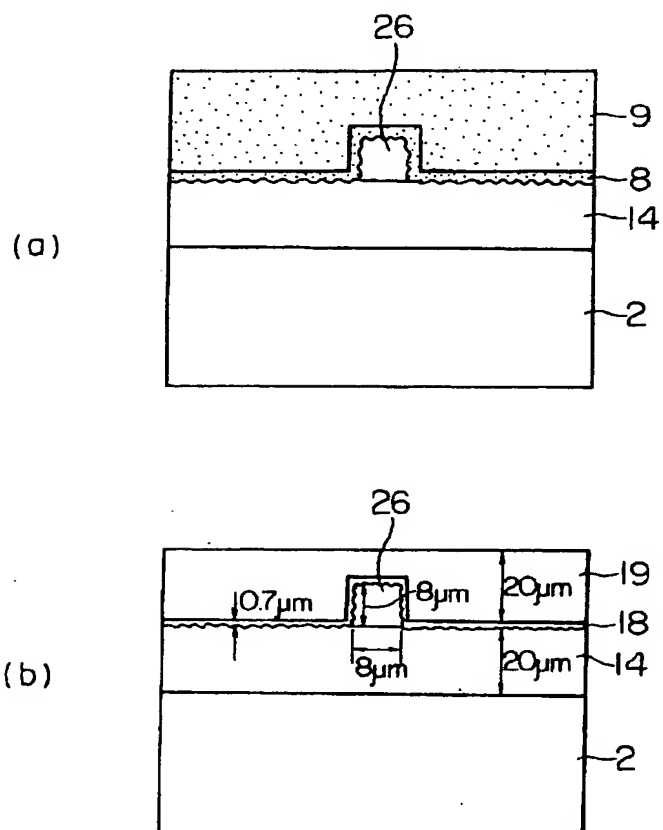
原理の説明

【図3】



実施例の製造方法 (1)

【図4】



実施例の製造方法 (2)

フロントページの続き

(72)発明者 広瀬 智財  
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 石川 真二  
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 斎藤 真秀  
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内